



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE**

**INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

**EVALUACIÓN TÉCNICO ECONÓMICA PARA ABASTECER CON**

**BIOGÁS GENERADO POR ESTIÉRCOL DE GANADO VACUNO**

**PARA COCINAS DE LA I E SAN PABLO**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO**

**AUTOR**

José Oblise Jaramillo Huancas

**ASESOR**

Ing. Arturo José Navarrete Núñez

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Generación Transmisión Distribución

**CHICLAYO — PERÚ**

**2016**

**JURADO:**

---

Ing. Aníbal Jesús Salazar Mendoza

**Jurado**

---

Ing. Huber Iván Díaz alcalde

**Jurado**

---

Ing. Cesar Sialer Díaz

**Jurado**

## **DEDICATORIA**

A dios por guillarme  
e iluminarme en cada momento  
A mis padres por la fuerza incondicional.  
A mis hijos y esposa que son parte de mi vida  
A mis amigos por el apoyo emocional que me brindaron  
A todos quienes de cualquier forma me brindaron su apoyo

**José Oblise Jaramillo Huancas**

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer

a mi dios por la vida y

la salud que me brinda.

A mis asesores que fueron la clave

para poder desarrollar este trabajo y de mi

formación como profesional en la Universidad

Cesar vallejo, gracias por la sabiduría compartida.

Además, agradecer a los funcionarios y académicos De la

facultad de Ingeniería Mecánica y eléctrica por su trabajo

dedicado a los estudiantes, Gracias por todo el conocimiento compartido.

A mis compañeros de estudio agradecerles por ser tan buenas personas

A mis padres, Gracias por los valores que me han dado y el apoyo de aliento

A mi esposa y mis hijos que son mi vida gracias por el apoyo brindado

**José Oblise Jaramillo Huancas**

## **DECLARATORIA DE AUTENCIDA**

Yo, Jaramillo Huancas, José Oblise, con DNI 41054892 a efectos de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veras y auténtica.

Así mismo declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Jaén, 18 de Diciembre del 2016

---

JARAMILLO HUANCAS, José Oblise  
DNI N° 41054892

## **PRESENTACIÓN**

El presente estudio titulado “Evaluación técnico económica para abastecer con biogás generado por estiércol de ganado vacuno para cocinas de la IE San Pablo”, está conformado por los siguientes capítulos:

**Capítulo I**, se investiga el problema de investigación, teniendo en cuenta la realidad problemática, trabajos previos, teoría relacionada al tema, formulación del problema, justificación del estudio, hipótesis y objetivos.

**Capítulo II**, se establece el método realizando el diseño de investigación, el tipo de estudio, las variables dependiente e independiente, operación de variables, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad de los instrumentos, métodos y análisis de los datos, y los aspectos éticos.

**Capítulo III**, se desarrollan los resultados, contiene la recolección de datos tanto del consumo de combustible como de la cantidad de excreta por res, el diseño del biodigestor y la evaluación económica de la implementación de este.

**Capítulo IV**, se explican y se discuten los resultados de la investigación con los antecedentes presentados en el marco referencial.

**Capítulo V**, se presentan las conclusiones, se dan a conocer los resultados que concluyen los objetivos específicos dentro del desarrollo de nuestra investigación.

**Capítulo VI**, se presentan las recomendaciones, se basa en las proposiciones que hará posible el éxito de la implementación.

**Capítulo VII**, denominado Referencias, involucra todo lo referente al material bibliográfico utilizado en todo el desarrollo de la tesis.

## INDICE

JURADO: .....	I
DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTO .....	III
DECLARATORIA DE AUTENCIDA.....	IV
PRESENTACIÓN .....	V
INDICE.....	VI
RESUMEN.....	VIII
ABSTRACT .....	IX
I. INTRODUCCIÓN .....	10
1.1 Realidad problemática .....	10
1.2 Trabajos previos .....	12
1.2.1. Tesis .....	12
1.2.2. Artículos Científicos .....	16
1.3 Teorías relacionadas con el tema .....	18
1.3.1 Procesos de Biodigestión.....	18
1.3.2 Biodigestión anaeróbica .....	19
1.3.3 Producción de biogás .....	20
1.3.4 Principios de Combustión .....	22
1.3.5 Biodigestores.....	23
1.3.6 Tipos de Biodigestores .....	24
1.3.6. Tiempo de retención hidráulico .....	26
1.4 Formulación Del Problema.....	28
1.5 Justificación Del Estudio.....	28
1.6 Hipótesis.....	29
1.7 Objetivos.....	29
II. MÉTODO .....	30
2.1 Diseño de investigación .....	30
2.2 Variables, Operacionalización.....	30
2.3 Población y muestra .....	31
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	32
2.4.1 Técnicas de recolección de datos.....	32
2.4.2 Instrumentos de recolección de datos.....	32

2.4.3	Validez y confiabilidad .....	33
2.5	Métodos de análisis de datos.....	33
2.6	Aspectos éticos.....	33
III.	RESULTADOS .....	34
3.1.	Determinar la cantidad de combustible utilizado .....	34
3.2.	Cuantificar la cantidad de estiércol .....	35
3.3.	Determinar las dimensiones del biodigestor y su instalación.....	35
3.4.	Determinar la ubicación del Biodigestor.....	38
3.5.	Realizar una evaluación económica de la investigación .....	38
3.6.	Costo de operación y mantenimiento .....	39
IV.	DISCUSIÓN.....	40
V.	CONCLUSIONES.....	42
VI	RECOMENDACIONES.....	43
VII.	REFERENCIAS .....	44
ANEXOS.....		46



## RESUMEN

La presente investigación se realizó en la I.E San Pablo como objetivo general evaluar técnica y económicamente el reemplazo de gas GLP domiciliario con biogás generado por la excreta del ganado vacuno que crían dentro de la institución; el diseño de investigación fue no experimental – descriptiva. La población conformada fue conformada por los trabajadores dentro de la institución donde se desarrolló entrevistas específicas para las personas encargadas de a crianza de los animales así como para las encargadas de las cocinas; además para la evaluación de la información y datos que se obtuvieron en esta investigación utilizaron los programa Microsoft Office Excel, y para la presentación de la información final se utilizó el programa Microsoft Power Point.

Esta investigación llego a la conclusión la instalación de un biodigestor es económicamente rentable para reemplazar al balón tradicional de GLP, para casos como estos donde existe espacio, y interacción directa con ganado se hace más adecuado y barato la instalación, operación y mantenimiento de estos biodigestor, para la selección del biodigestor se referencio en criterios propios del autor de la tesis ya que no existe metodología para dicha selección, y se seleccionó el biodigestor tipo manga flujo continuo, echo de manga de polietileno.

**Palabras claves:** Biogás, Biodigestor, GLP, evaluación económica.

## **ABSTRACT**

The present research was carried out in I.E Saint Paul as a general objective to evaluate technically and economically the replacement of domestic LPG gas with biogas generated by the excreta of cattle that breed inside the institution; The research design was non - experimental - descriptive. The conformed population was conformed by the workers inside the institution where specific interviews were developed for the people in charge of the breeding of the animals as well as those in charge of the kitchens; In addition to the evaluation of the information and data that were obtained in this investigation used the programs Microsoft Office Excel, and for the presentation of the final information was used the program Microsoft Power Point.

This research concluded the installation of a biodigester is economically profitable to replace the traditional LPG balloon, for cases such as these where space exists, and direct interaction with livestock makes the installation, operation and maintenance of these biodigester , For the selection of the biodigester was referenced in criteria of the author of the thesis since there is no methodology for such selection, and the biodigester type was designed for continuous flow, echo of polyethylene sleeve.

**Keywords:** Biogas, Biodigester, LPG, economic evaluation.

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Realidad problemática

#### **Internacional**

El uso del biogás es una tendencia mundial ya que como combustible es propenso para su adquisición y utilización para generar tanto calor como electricidad.

En el país de Nicaragua también se ha realizado proyectos para la obtención de energía calorífica utilizando el biogás, como fuente de energía renovables que beneficia al medio ambiente por la Universidad Centroamericana, UCA. En el departamento de Chontales ha habido algunos esfuerzos esparcidos, con la intención de exponer y acercar estas tecnologías a productores, campesinos y a todos los sectores interesados en ser beneficiados directamente o indirectamente **(Andino y Martínez, 2015, p.31)**

En Chile, con la finalidad de generar energía eléctrica a nivel de las zonas rurales se puso en marcha un Programa de Electrificación Rural (PER), donde se pretendía electrificar el 90 % de la población rural, ya existe un porcentaje considerable de personas que carecen de electrificación sobre todo en las zonas rurales y en particular un sector de la zona sur del país, para ellos se propago la implementación de sub programas para la generación de electricidad a través de recurso renovables entre los que más destacó es la del biogás debido a la alta tasa de crianza de animales vacunos **(Andino y Martínez, 2015, p.32).**

En México, en base a los estatus del Protocolo de Kyoto, ha modificado y creado leyes y normas federales en materia ambiental, de sustentabilidad y energético, así como el reglamento de cada ley; todas ellas publicadas en el DOF. La ley más trascendental en materia energética es la del Aprovechamiento de Energías Renovables. En el Plan Nacional de Desarrollo PND 2007-2012 se contempla en el área de energía dos sectores: hidrocarburos y electricidad. En el sector de

hidrocarburos señala que uno de los retos más importantes radica en detener y revertir la evolución desfavorable de las reservas de hidrocarburos; En el sector eléctrico contempla ampliar la cobertura del servicio eléctrico en comunidades remotas haciendo uso de energías renovables en aquellos casos en que no sea técnica o económicamente factible la conexión a la red. Además México tiene un potencial en energías renovables, por lo que están en busca de su aprovechamiento integral, incluyendo los biocombustibles **(De la Merced, 2012, p.17).**

### **Nacional**

A nivel nacional el Ministerio de Agricultura del Perú (Minag), impulsará la producción y el uso de los biodigestores y biogás, así como identificará políticas destinadas a establecer una estrategia de promoción a nivel nacional para mejorar la calidad de vida del agricultor rural y la competitividad del agro. Según estudios realizados por el Ministerio de Salud (Minsa) en zonas rurales, el 36% de las Infecciones Respiratorias Agudas y el 21% de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica ,son producidos a causa del humo de la combustión de biocombustibles sólidos (leña, bosta y otros) usados con tecnología rudimentaria. Por ese motivo, a fines de los años setenta el Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas (Itintec), actualmente el Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (Indecopi) inició la investigación y promoción de los biodigestores en Perú para la obtención de energía **(Dgca, 2015, p. 5).**

### **Local**

En Jaén no se ha investigado aun teniendo una tendencia mundial y nacional que empuja a poblaciones con recursos (ganadería y agricultura) para la generación de biogás a que hagan estudios y/o proyectos en esta área no se ha desarrollado en ninguna forma.

## 1.2 Trabajos previos

### 1.2.1. Tesis

#### A Nivel Internacional

**Hidalgo, Maravilla y Ramírez (2010)** en su tesis “Aprovechamiento energético del biogás en el salvador” para optar el título de Ingeniero Mecánico cuyo objetivo fue demostrar el aprovechamiento energético que se puede obtener del biogás, mediante la optimización de biodigestores que ya se encontraban en funcionamiento al momento del inicio de la tesis, tal es el caso del biodigestores de la hacienda Miravalle y el de ACASA - San Marcos Lempa, en los cuales el uso del biogás estaba orientado a la generación de energía eléctrica y a la cocción de alimentos respectivamente, concluye que en el digestor de Miravalle la producción de biogás ha sido poca o nula debido al diseño del biodigestor (de acuerdo al terreno y la materia prima que se utiliza), la falta de sistematización y continuidad en el proceso de carga inicial y cargas posteriores, no se llevó un monitoreo de los parámetros para el equilibrio dentro del biodigestor, la falta de personal capacitado además del conocimiento para la puesta en marcha y operación de esta tecnología, en el digestor ACASA de San Marcos Lempa sin realizarse ningún tipo de proceso de carga inicial de manera sistemática, el digestor comenzó a generar biogás después de 15 días de su puesta en marcha, esto debido al tipo de digestor el cual permite con facilidad el desplazamiento de la materia orgánica y también por el tipo de materia orgánica que se considera bondadosa para la generación de biogás, se puede corroborar que con bajo presupuesto se puede construir un digestor que funcionando con excretas de cerdo genera biogás de calidad con alto contenido en metano  $\text{CH}_4$  de alrededor del 74%, la presencia del  $\text{H}_2\text{S}$  se reduce de manera considerable por medio de la aplicación de filtros con virutas de hierro en su interior de fácil elaboración.

**Aporte:** Esta investigación nos muestra que el aprovechamiento energético de biogás beneficiara a la hacienda en mención, este tipo de tecnología beneficiara al medio ambiente, esta energía será utilizada tanto en el cocimiento de alimentos y su uso en la generación de energía eléctrica, el costo para su implantación es barato.

**Arce (2011)** en su tesis “Diseño de un Biodigestor para generar biogás y abono a partir de desechos orgánicos de animales aplicable en las zonas agrarias del Litoral” para optar por el título de Ingeniero Industrial cuyo objetivo fue diseñar un Biodigestor para generar biogás y abono a partir de desechos orgánicos de animales aplicable en las zonas agrarias del Litoral concluye que la producción de biogás mediante la utilización de estiércol de vaca, por los resultados obtenidos durante todas las pruebas realizadas en su digestor, se puede decir que es rentable y aplicable en cualquier hacienda ganadera, especialmente productora de leche ya que el costo de materia prima en este caso sería \$0, más una pequeña inversión produciría un aumento de la productividad y reduciendo costos para la misma hacienda que pudiera beneficiarse con este proyecto.

**Aporte:** Esta investigación nos permite utilizar la materia prima y el conocimiento adecuado para realizar proyectos de este género, que sea rentable y beneficioso para las comunidades, que cuentan con ganadería y la materia prima que viene hacer el estiércol de ganado, evitar que se desperdicie y contamine, lo mejor es utilizarlo para uso energético y para la agricultura.

**Pérez (2010)** en su tesis “Estudio y diseño de un biodigestor para aplicación en pequeños ganaderos y lecheros” cuyo objetivo fue diseñar un biodigestor que cumpla con las necesidades energéticas de los pequeños ganaderos y lecheros presentes en las zonas rurales del sur de Chile y que sea técnica y económicamente viable, concluye que se puede generar un equipo técnico y económicamente viable para solventar las necesidades energéticas de los pequeños ganaderos y

lecheros, existe un criterio de fácil verificación que permite decidir la viabilidad del proyecto y con la ayuda de índices generales entrega el tiempo de recuperación de la inversión, con un mínimo de 20 animales es posible generar energía eléctrica del orden de 4,4 kWh y ser aprovechada a través de un generador eléctrico alimentado con biogás, la biomasa para el proyecto produce del orden de 5 [m<sup>3</sup>/H] de biogás por lo que la no utilización de este flujo volumétrico de biogás exige la incorporación de un antorcha que sea capaz de eliminar vía combustión el biogás excedente.

**Aporte:** Esta investigación propone diseñar un biodigestor que cumpla con las necesidades energéticas que requieren los ganaderos de la zona en mención, el uso es para la generación de energía eléctrica por intermedio de un generador eléctrico.

**Andino y Martínez (2015)** en su tesis “Biodigestor: Una Alternativa de Innovación Socio – Económica Amigable con el Medio Ambiente” para optar el título de Licenciado en Economía Agrícola cuyo objetivo fue analizar la tecnología de Biodigestores, para la obtención de biogás como una alternativa de desarrollo, protección y conservación del medio ambiente en zonas rurales de Nicaragua, concluye que los limitantes para la utilización de un biodigestor son la ubicación de su instalación debe estar cercana a la zona donde se recoge el sustrato de partida y a la zona de consumo, la temperatura debe constante y cercana a los 35°C (esto puede encarecer el proceso de obtención en climas fríos), como subproducto, se obtenga SH<sub>2</sub>, el cual es tóxico y corrosivo lo que hace que genere menos CH<sub>4</sub>, se necesita acumular los desechos orgánicos cerca del biodigestor, se corre riesgo de explosión de no cumplirse las normas de seguridad para gases combustibles.

**Aporte:** Esta investigación propone el uso correcto de este tipo de energía calorífica, sea una innovación socio - económica con el medio ambiente, y que beneficiara ese sector en mención.

## **A Nivel Nacional**

**Cresso y Ortiz (2012)** en su tesis “Estudio de pre-factibilidad para la recuperación y producción de energía en la región Ica a través de un sistema de biogás” para optar por el título de Ingeniero Mecánico Electricista cuyo objetivo fue sugerir la construcción de un sistema de instalación de una planta de biogás para la alimentación de gas combustible para uso doméstico en el área rural de Ica, concluye Se puede lograr un proceso para obtener biogás y esta se realiza en cámaras mediante todos los sistemas de procesos cerrados. En la actualidad existe un método para obtener gas combustible y esto se realiza a través del sistema BIO-GAS el cual serviría para uso doméstico, tratando de esta manera darle uso a los desechos orgánicos que se botan como desperdicio a los botaderos de basura, este medio de obtener gas-butano es importante y permite obtener de los recursos orgánicos que al descomponerse en lugares cerrados generan gases naturales provenientes de todos los compuestos que se encuentren en procesos de degradación. La instalación se conoce como biodigestor o planta de biogás, el metano obtenido puede ser usado para cocinar, iluminar y calentar. Es de gran ayuda el tener una planta de procesamiento de gases del tipo combustible energético de calor, porque permite la obtención de energía renovable esta a su vez se realiza con desechos orgánicos que después de obtener un compuesto de gas natural sus residuos se convierten o transforman en un fertilizante con un alto grado de nitrógeno el cual sería muy importante para la agricultura.

**Aporte:** Esta investigación demuestra que la generación de biogás es una energía renovable limpia para el medio ambiente y de beneficio para las comunidades, porque evita que el metano se esparza en el ambiente, y utilizarlo para uso doméstico es la mejor opción para satisfacer con energía calorífica a la población, así como el beneficio económico de los sectores involucrados.



### 1.2.2. Artículos Científicos

**Castillo y Tito (2011)** en su artículo científico “Obtención de Biogás a Partir de Excremento de Cuy en Condiciones Ambientales en Tacna Perú” publicado en Ciencia y Desarrollo, su objetivo fue obtener biogás a partir del excremento de cuy por fermentación en batch en condiciones ambientales en Tacna-Perú. Se empleó dos mezclas de substratos; una formada por excremento de cuy, rastrojo del alimento vegetal de cuy y agua; y la segunda por excremento de cuy, rastrojo del alimento vegetal del cuy, residuo de grass y agua. Estos substratos fueron prefermentados por separado en condiciones aeróbicas en un prefermentador cilíndrico, luego sometidos a una fermentación en batch, anaeróbica, no agitada, en biodigestores cilíndricos uno y dos, de 227 litros de capacidad cada uno, en los cuales los substratos prefermentados estuvieron ocupando alrededor de las dos terceras partes del volumen total de los biodigestores. El volumen total de biogás producido en el biodigestor uno fue de 104 litros en un tiempo de fermentación de 7 meses y 6 días; y en el biodigestor dos de 452 litros en un tiempo de fermentación de 7 meses y 19 días.

#### **Aporte**

Este artículo científico nos demuestra los avances tecnológicos para utilizar el biogás como una alternativa, utilizando este tipo de energía renovable que no es tan costoso su implementación, para poder beneficiarse con energía limpia y así dejar los combustibles fósiles que contaminan nuestro planeta.

**Severiche y Acevedo (2013)** “Biogás a partir de residuos orgánicos y su apuesta como combustibles de segunda generación” publicado en la revista INGENIUM , exponen que la búsqueda de alternativas energéticas de origen renovable y la disminución de gases de efecto invernadero provenientes de la descomposición de desechos orgánicos hacen del

biogás una prometedora alternativa para la sustitución de combustibles fósiles y para la valorización energética de residuos orgánicos en zonas urbanas, rurales y agroindustriales. El biogás es una fuente de energía alternativa atractiva debido a que presenta una disponibilidad energética descentralizada, en tanto que su producción es posible siempre que existan fuentes de origen orgánico. En este trabajo se analiza de manera detallada la conveniencia de la producción de biocombustibles de segunda generación a partir de residuos sólidos orgánicos.

**Aporte:**

Este artículo científico nos lleva a buscar alternativas de combustibles limpios y que sean renovables como el biogás, utilizando desechos orgánicos para combatir los gases de efecto invernadero, y obtener energía en zonas urbanas y rurales.

## 1.3 Teorías relacionadas con el tema

### 1.3.1 Procesos de Biodigestión

El correcto manejo de los residuos orgánicos se logra a través de diferentes tratamientos que implican un reciclaje de estas materias orgánicas, transformándolas en productos con valor agregado. El reciclaje de materia orgánica ha recibido un fuerte impulso con el alto costo de los fertilizantes químicos, con la búsqueda de alternativas no tradicionales de energía, así como también, la necesidad de vías de descontaminación y eliminación de residuos.

La población microbiana juega un importante papel en las transformaciones de estos residuos orgánicos especialmente si se considera que disponen de un amplio rango de respuestas frente a la molécula de oxígeno, componente universal de las células. Esto permite establecer bioprocesos en función de la presencia o ausencia de oxígeno, con el objeto de tratar adecuadamente diversos residuos orgánicos, (Varnero, 2011, p. 13).

**a) Digestión aeróbica.-** La digestión aeróbica consiste en procesos realizados por diversos grupos de microorganismos, principalmente bacterias y protozoos que, en presencia de oxígeno actúan sobre la materia orgánica disuelta, transformándola en productos finales inocuos y materia celular (Varnero, 2011, p. 13).

**b) Digestión anaeróbica.-** La digestión anaeróbica es un proceso biológico complejo y degradativo en el cual parte de los materiales orgánicos de un substrato (residuos animales y vegetales) son convertidos en biogás, mezcla de dióxido de carbono y metano con trazas de otros elementos, por un consorcio de bacterias que son sensibles o completamente inhibidas por el oxígeno o sus precursores (e.g.  $H_2O_2$ ). Utilizando el proceso de digestión anaeróbica es posible convertir gran cantidad de residuos, residuos vegetales, estiércoles,

efluentes de la industria alimentaria y fermentativa, de la industria papelera y de algunas industrias químicas, en subproductos útiles. En la digestión anaerobia más del 90% de la energía disponible por oxidación directa se transforma en metano, consumiéndose sólo un 10% de la energía en crecimiento bacteriano frente al 50% consumido en un sistema aeróbico, **(Varnero, 2011, p. 13).**

### **1.3.2 Biodigestión anaeróbica**

En la digestión anaeróbica, los microorganismos metanogénicos desempeñan la función de enzimas respiratorios y, junto con las bacterias no metanogénicas, constituyen una cadena alimentaria que guarda relación con las cadenas enzimáticas de células aeróbicas. De esta forma, los residuos orgánicos se transforman completamente en biogás que abandona el sistema. Sin embargo, el biogás generado suele estar contaminado con diferentes componentes, que pueden complicar el manejo y aprovechamiento del mismo.

El proceso anaeróbico se clasifica como fermentación anaeróbica o respiración anaeróbica dependiendo del tipo de aceptores de electrones.

#### **a) Fermentación**

En una fermentación anaeróbica, la materia orgánica es catabolizada en ausencia de un aceptor de electrones externo mediante microorganismos anaeróbicos estrictos o facultativos a través de reacciones de oxidación-reducción bajo condiciones de oscuridad. El producto generado durante el proceso acepta los electrones liberados durante la descomposición de la materia orgánica. Por lo tanto, la materia orgánica actúa como dador y aceptor de electrones. En la fermentación, el sustrato es parcialmente oxidado y por lo tanto, sólo una pequeña cantidad de la energía contenida en el sustrato se conserva **(Varnero, 2011, p. 14).**

## b) Productos de la digestión anaeróbica

**El biogás** es una mezcla gaseosa formada principalmente de metano y dióxido de carbono, pero también contiene diversas impurezas. La composición del biogás depende del material digerido y del funcionamiento del proceso. Cuando el biogás tiene un contenido de metano superior al 45% es inflamable (Varnero, 2011, p. 14)

Tabla 1.- Propiedades del biogás

COMPOSICION	55 - 70% METANO (CH <sub>4</sub> )
	30 -45% DIOXIDO DE CARBONO (CO <sub>2</sub> )
	TRAZAS DE OTROS GASES
CONTENIDO ENERGETICO	6.0 - 6.5 KWh m <sup>3</sup>
EQUIVALENTE DE COMBUSTIBLE	0.60 - 0.65 L PETROLEO/m <sup>3</sup> BIOGAS
LIMITE EXPLORACION	6 - 12% EN EL AIRE
TEMPERATURA DE AGITACION	650 -750°C (CON EL CONTENIDO DE CH <sub>4</sub> MENSIONADO
PRESION CRITICA	74 - 88 atm
TEMPERATURA CRITICA	82.5 °C
DESIDAD NORMAL	1.2 KG m <sup>3</sup>
OLOR	HUEVOS PODRIDOS (EL OLOR DE BIOGAS DESCILFURADOES IMPERCEPTIBLES)
MASA MOLAR	16.043 KG Kmol

Fuente: Varnero, 2011, p. 14.

**El bioabono** Las características del bioabono, dependen en gran medida del tipo de tecnología y de las materias primas utilizadas para la digestión. Durante el proceso anaeróbico, parte de la materia orgánica se transforma en metano, por lo que el contenido en materia orgánica es menor al de las materias primas. Gran parte de la materia orgánica de este producto se ha mineralizado, por lo que normalmente aumenta el contenido de nitrógeno amoniacal y disminuye el nitrógeno orgánico (Varnero, 2011, p. 14).

### 1.3.3 Producción de biogás

Es importante examinar algunos de los factores importantes que gobiernan el proceso metanogénico. Los microorganismos,

especialmente los metanogénicos, son altamente susceptibles a los cambios en las condiciones ambientales. Muchos investigadores evalúan el desempeño de un sistema anaeróbico en función de la tasa de producción de metano, porque la metanogénesis se considera un paso limitante del proceso. Debido a esto, la biotecnología anaeróbica requiere de un cuidadoso monitoreo de las condiciones ambientales. Algunas de estas condiciones ambientales son: temperatura (mesofílica o termofílica), tipo de materias primas, nutrientes y concentración de minerales traza, pH (generalmente cercano a la neutralidad), toxicidad y condiciones redox óptimas. Estas condiciones se discuten a continuación

#### a) Naturaleza y composición bioquímica de materias primas

Las diversas materias primas que se pueden utilizar en la fermentación metanogénica, pueden ser:

*Tabla 2.- Orígenes de residuos orgánicos*

<b>Residuos de origen animal</b>	estiércol, orina, guano, camas, residuos, de mataderos,
	(sangre y otros), residuos de pescados
<b>Residuos de origen vegetal</b>	malezas, rastrojos de cosechas, pajas, forraje en mal estado.
<b>Residuos de origen humano</b>	Heces, basura, orina. salvado de arroz, orujos, cosetas, melaza, residuos de
<b>Residuos agroindustriales</b>	semillas.
<b>Residuos forestales</b>	hojas, vástagos y cortezas.
<b>Residuos de cultivos acuáticos</b>	algas marinas, juncitos y melazas acuáticas

Fuente: Varnero, 2011, p. 29

Normalmente las sustancias orgánicas como los estiércoles y lodos cloacales presentan estos elementos en proporciones adecuadas para

la generación de biogás. Sin embargo en la digestión de ciertos desechos industriales puede presentarse el caso de ser necesaria la adición de los compuestos enumerados o bien un post tratamiento aeróbico.

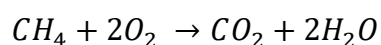
*Tabla 3.- Producción de biogás por residuo animal*

ESTIERCOL	DISPONIBILIDAD	RELACION	VOLUMEN DE BIOGAS	
	KG/DIA	C/N	m3/kg HUMEDO	m3/DIA/AÑO
BOVINO(500 KG)	10.00	25:1	0.04	0.400
PORCINO(50 KG)	2.25	13:1	0.06	0.135
AVES (2 KG)	0.18	19:1	0.08	0.014
OVINO (32 KG)	1.5	35:1	0.05	0.075
CAPRINO (50 KG)	2.00	40:1	0.05	0.100
EQUINO (450 KG)	10.00	50:1	0.04	0.400
CONEJO (3KG)	0.35	13:1	0.06	0.021
EXCRETAS HUMANAS	0.40	3:1	0.06	0.024

Fuente: Varnero, 2011, p. 34

### 1.3.4 Principios de Combustión

La combustión es una reacción química en la cual ocurre una rápida oxigenación/oxidación del biogás. La combustión completa puede ser representada por la siguiente ecuación química:



El requerimiento de aire mínimo sería del 21% pero esta cifra debe ser aumentada para lograr una buena combustión. La relación aire-gas puede ser optimizada aumentando la presión del aire, incrementando la apertura de la válvula dosificadora de gas (el biogás requiere de una apertura 2 a 3 veces mayor a la utilizada por el metano puro y modificando la geometría del paso del aire desde el exterior) (Varnero, 2011, p. 55).

La presión adecuada para un óptimo uso del biogás oscila entre los 7 y 20 mbar. Se debe tener especial precaución en este aspecto, para lo cual se debe calcular las pérdidas de presión de salida del gasómetro (adicionalmente contrapesos en el caso de gasómetros flotantes) (**Varnero, 2011, p. 55**).

*Tabla 4.- Energía equivalente Biogás vs otras fuentes*

Valores	Biogás*	Gas Natural	Gas Propano	Gas Metano	Hidrog.
Valor Calorífico (Kwh/ m³)	7.0	10	26	10	3
Densidad (t/m³)	1.08	0.7	2.01	0.72	0.09
Densidad con respecto al aire	0.81	0.54	1.51	0.55	0.07
Límite de explosión (% de gas en el aire)	6-12	5-15	2-10	5-15	4-80
Temperatura de encendido	687	650	470	650	585
Máxima velocidad de encendido en el aire (m/s)	0.31	0.39	0.42	0.47	0.43
Requerimiento teórico de aire (m³/m³)	6.6	9.5	23.9	9.5	2.4

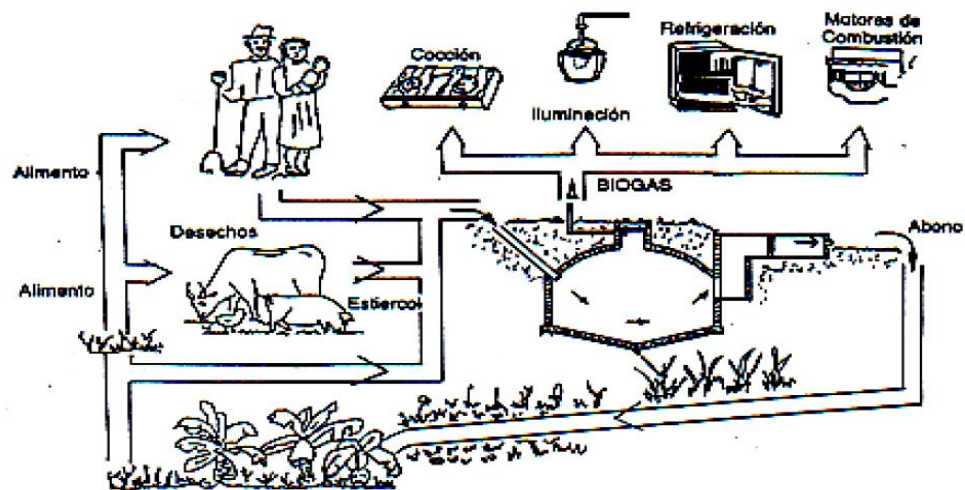
Fuente: Varnero, 2011, p. 55

### 1.3.5 Biodigestores

Los biodigestores conocidos también como plantas (productoras o de producción) de biogás, son recintos o tanques cerrados donde la materia orgánica y el agua residual permanecen un periodo de tiempo para lograr su descomposición produciendo biogás y bioabono (**Olaya y Gonzales, 2009, p. 13**).

*Figura 1.- Proceso de producción de biogás*



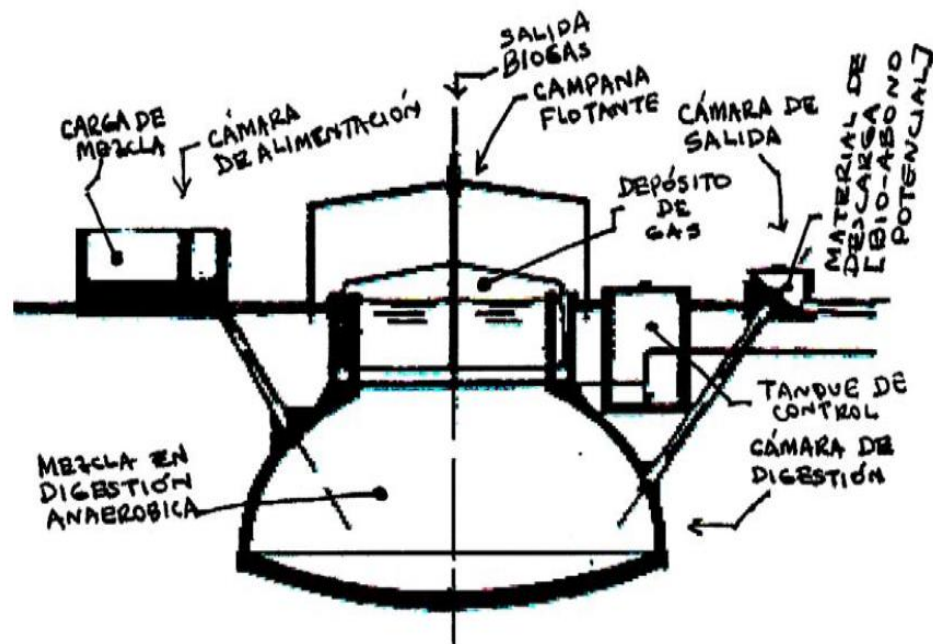


Fuente: Olaya y Gonzales, 2009, p. 13

### 1.3.6 Tipos de Biodigestores

**a) La planta con cúpula o campana flotante.-** Se compone de un digestor construido en mampostería o estructura de concreto y un depósito de gas móvil en forma de campana, la cual puede flotar directamente en la masa de fermentación o en un anillo de agua, dependiendo de la producción de biogás. La campana debe tener una guía que permita el movimiento vertical, cuya altura dependerá del volumen de gas almacenado. Es conocido también como biodigestor Indio, y puede ser utilizado cuando se necesita de un abastecimiento continuo de biogás y fertilizante, caracterizándose por funcionar como depósito del gas producido, es decir, es el único tipo de biodigestores que tienen un depósito de biogás interior (**Olaya y Gonzales, 2009, p. 13**).

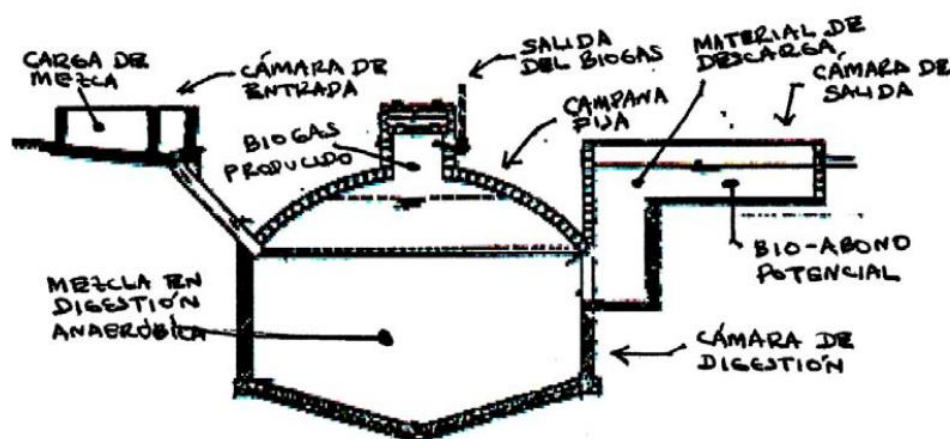
Figura 2.- Biodigestor indio



Fuente: Olaya y Gonzales, 2009, p. 13

**b) La planta con cúpula o campana fija.-** Se compone de un digestor construido en mampostería y un domo fijo e inmóvil cerrado donde se almacena el biogás. Durante la producción de biogás, la masa de fermentación es desplazada hacia el tanque de compensación y cuando se extrae el gas, la masa líquida vuelve hacia el biodigestor. A través de constantes oscilaciones de la masa de fermentación en la parte superior de la cúpula se evita la formación de capa flotante. Es conocido también como biodigestor Chino, y debido a que el gas debe ser liberado continuamente para reducir la presión interna, se utilizan en instalaciones donde el consumo sea continuo o para almacenar el biogás en un depósito aparte (Olaya y Gonzales, 2009, p. 14).

Figura 3.- Biodigestor chino



Fuente: Olaya y Gonzales, 2009, p. 15

c) **La planta balón o biodigestor tubular.**- La planta de balón se compone de un tubular en material plástico (polietileno, PVC, plastilina, entre otros, y una combinación de éstos) completamente sellado, la entrada y la salida están sujetas directamente a las paredes de la planta. La parte inferior de la planta, en un 75% del volumen constituye la masa de fermentación, y en la parte superior, el 25% restante, se almacena el biogás. Este tipo de planta se recomienda para aquellos sitios donde predominan las temperaturas altas y constante

Figura 4.- Biodigestor de balón



Fuente: Olaya y Gonzales, 2009, p. 15

### 1.3.6. Tiempo de retención hidráulico

El tiempo de retención, junto con la velocidad de carga orgánica determinada por el tipo de sustrato, son los principales parámetros de diseño, definiendo el volumen del digestor. La materia orgánica o sólidos volátiles (SV) se refiere a la parte de la materia seca (MS) o

sólidos totales (ST), que se volatilizan durante la incineración a temperaturas superiores a 550°C. Los residuales de animales pueden tener un contenido de MS mayor del 10 % de la mezcla agua estiércol. Según los requerimientos operacionales para un reactor anaerobio, el contenido de MS no debe exceder el 10 % de la mezcla agua estiércol en la mayoría de los casos. Por eso, los residuales de granjas se deben diluir antes de ser tratados. Las bacterias requieren de un cierto tiempo para degradar la materia orgánica. La velocidad de degradación depende en gran parte de la temperatura; mientras mayor sea la temperatura, menor es el tiempo de retención o fermentación para obtener una buena producción de biogás **(Vamero, 2011, p. 41).**

*Tabla 5.- tiempo de retención según lugar*

Tiempo de retención hidráulico	Características
30 – 40 días	Clima tropical con regiones planas. Ej. Indonesia, Venezuela, América Central.
40 – 60 días	Regiones cálidas con inviernos fríos cortos. Ej. India, Filipinas, Etiopía.
60 – 90 días	Clima temperado con inviernos fríos. Ej. China, Corea, Turquía.

**Fuente: Vamero, 2011, p. 4**

## **1.4 Formulación Del Problema**

¿En qué medida una evaluación técnica económica determinara el abastecimiento de biogás generado por estiércol de ganado vacuno las cocinas de la IE San Pablo?

## **1.5 Justificación Del Estudio**

### **Técnica**

Permitirá estudiar, analizar y aplicar una metodología de cálculo adecuada para la generación de biogás a partir del estiércol de ganado vacuno, para poder usar su poder calorífico, dejando una investigación real que podrá replicarse en otras investigaciones.

### **Ambiental**

Con la investigación se plantea un tratamiento adecuado de residuos que se degradaran de tal manera que perjudicara al ambiente. Por medio de la generación de metano que es un promedio de cuatro veces más contaminante que el CO<sub>2</sub>. El uso de este gas que hemana de la fermentación de los residuos sólidos nos lleva a disminuir la contaminación ambiental.

### **Económico**

La justificación radica en que tanto la Institución Educativa como los estudiantes tendrán una alimentación más barata ya que el combustible que se usara para la preparación de sus alimentos será generado por medio de sus propios recursos (el ganado vacuno de la institución), esto repercutirá en la economía de los estudiantes y la Institución.

### **Social**

Socialmente radica en que se utilizara un combustible que no genera emisiones tan nocivas como los que se están usando actualmente, no perjudicando a los pobladores cercanos y a los concurrentes de la institución. Además que será un aporte que permitirá abrir horizontes en cuanto al uso de excretas de animales para generar energía lo que puede ser aprovechado por otras instituciones y/o comuneros y desarrollar tecnologías que los ayuden a desarrollarse como sociedad.

## **1.6 Hipótesis**

Si se realiza una evaluación técnica económica de la generación de biogás por estiércol de ganado vacuno entonces se podrá abastecer las cocinas de la IE San Pablo.

## **1.7 Objetivos**

### **Objetivo General**

Realizar una evaluación técnica y económica para el abastecimiento de biogás generado por estiércol de ganado vacuno para las cocinas de la IE San Pablo.

### **Objetivos Específicos**

- a) Determinar la demanda de biogás que se necesitara para las cocinas.
- b) Cuantificar la producción de estiércol del ganado del IE San Pablo.
- c) Determinar las dimensiones del biodigestor y su instalación.
- d) Evaluar económicamente la regeneración y uso del biogás.

## **II. MÉTODO**

### **2.1 Diseño de investigación**

#### **Tipo de investigación**

La investigación que se muestra es aplicada ya que los conocimientos adquiridos en esta investigación pretenden solucionar un problema práctico y descriptivo ya que los datos se recogerán tal y cual ocurren por observación directa.

#### **Diseño**

El tipo de diseño será no experimental por que no se manipularán las variables.

### **2.2 Variables, Operacionalización**

#### **Variable independiente**

Evaluación técnico económica.

#### **Variable dependiente**

Generación de biogás

## Operacionalización de variables

<b>Variables independientes</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Indicador</b>	<b>Escala de Medición</b>
<b>Evaluación técnico económica</b>	consiste en presentar los elementos de juicio que permitan al(os) inversionista(s) y/o responsables de formular, administrar y ejecutar proyectos (Valerio, 1998, p. 68)	Evaluación técnico	Aprobado/desaprobado	Nominal
		Evaluación económica	Aprobado/desaprobado	nominal
<b>Variables Dependientes</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Indicador</b>	<b>Escala de Medición</b>
<b>Generación de biogás</b>	El biogás es una mezcla gaseosa formada principalmente de metano y dióxido de carbono, pero también contiene diversas impurezas. La composición del biogás depende del material digerido y del funcionamiento del proceso (Varnero, 2011, p. 14)	Cuantificar los residuos orgánicos	Kilogramos al día	Razón
		Determinar el biodigestor más adecuado	Adecuado/no adecuado	Nominal
		Dimensionar la capacidad el biodigestor	volumen	Razón

### 2.3 Población y muestra

#### Población muestral

Cantidad de biomasa

5 trabajadores.



## **2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **2.4.1 Técnicas de recolección de datos**

#### **Observación directa**

Se ira al lugar en situ para realizar las observaciones de los datos que se crean pertinentes.

#### **Entrevista**

Se realizara entrevistas a las personas de nuestra población muestral para determinar parámetros en base a su experiencia tanto a los que elaboran los alimentos, como a los encargados del ganado.

#### **Análisis de documentos**

Se tendrá en cuenta libros, tesis, revistas, etcétera que sean referentes a la investigación, se tendrá en cuenta los históricos de consumo, los pagos de luz, y los reportes de las interrupciones.

### **2.4.2 Instrumentos de recolección de datos**

#### **Guías de observación**

Se utilizaran para recopilar información sobre la geografía del terreno. Y obtener datos de mayor exactitud sobre la cantidad de excretas que produce cada animal.

#### **Cuestionario**

Se realizara de acuerdo a los datos que se necesites sobre el consumo de combustible, y la manipulación de las excretas del ganado.

### **Ficha de análisis de documentos**

Se utilizara para recopilar información que sea necesaria de los documentos, tesis, revistas, manuales técnicos, etcétera para concluir la investigación.

#### **2.4.3 Validez y confiabilidad**

**Validez:** la valides de los instrumentos será dada por la aprobación de uno a tres especialistas en el área.

**Confiabilidad:** Este proyecto tendrá la estabilidad o consistencia de los resultados obtenidos, accediendo mejoras de éxito.

#### **2.5 Métodos de análisis de datos**

El método que se utilizará en este proyecto es el método deductivo, ya que el resultado de lo que queremos lograr se halla implícitamente en las premisas que se puedan alcanzar.

#### **2.6 Aspectos éticos**

El presente proyecto se elaborará manteniendo la confidencialidad de los antecedentes, datos y documentos con cual se realiza el estudio a fin de evitar cualquier hecho o situación que pudiera suponer o llegar a ocasionar un conflicto de intereses.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Determinar la cantidad de combustible utilizado

La cantidad de combustible que se utiliza en la institución educativa será:

*Tabla 6.- Datos de IE*

<b>Cantidad de comensales</b>	<b>61</b>
<b>Cantidad de comidas combustibles</b>	122 GLP (10 Kg)
	Leña ( muy ocasionalmente)
<b>Frecuencia de uso de balón (días)</b>	10

FUENTE: Propia

Con estos datos podemos tabular un promedio anual de GLP de

*Tabla 7.- Cantidad de GLP utilizado por el IE*

	<b>Cantidad de balones</b>	<b>Días de duración</b>
<b>Ratio</b>	1	10
<b>Mensual</b>	3	30
<b>Anual</b>	36.5	365

FUENTE: Propia

Para nuestro diseño nos fiaremos en un dato exclusivo de una empresa con diez años de experiencia en la fabricación de balón domiciliario para Gas Licuado de Petróleo. Según la empresa **KILSA SAC (2016)**: “Un tanque de 10 kg de propano (En otros países el peso puede variar hasta los 12,5 kg) suministra aproximadamente 4m<sup>3</sup> de gas y su potencial alcanza los 28.000 kcal/m<sup>3</sup>” (**párr. 14**). Considerando este dato podemos desarrollar una estimado muy cercado del consumo:

*Tabla 8.- Consumo de GLP en m3*

<b>Volumen por balón</b>	<b>4 m3</b>
<b>Consumo de balones</b>	36.5 Bal/año
<b>Volumen anual</b>	146 m3/año
<b>Consumo diario</b>	0.4 m3/día

FUENTE: Propia

### 3.2. Cuantificar la cantidad de estiércol

Se realizó por medio de observación directa reservando un área limpia de desechos donde el ganado seleccionado se alimentó y defeco, y resulto un promedio de 12.2 kg al día por animal (la tabla completa la presento en el **Anexo 1**).

### 3.3. Determinar las dimensiones del biodigestor y su instalación

#### a) Determinar la cantidad de excreta y biogás (volumen)

Para determinar las dimensiones del biodigestor determinaremos el volumen de biogás que el biodigestor debe almacenar, comparando la relación entre biogás y glp:

*Tabla 9.- Comparación entre biogás y GLP*

<b>Poder calorífico</b>	<b>glp</b>	<b>22244</b>	<b>kcal/m3</b>
	biogás	6	kwh /m3
<b>Convertidos a kcal/m3</b>	glp	22244.00	kcal/m3
	biogás	5162.53	kcal/m3
<b>RATIO DE COMPARACION</b>		<b>4.30874343</b>	

**FUENTE: Propia**

Por lo tanto para lograr la misma cantidad de energía que libera 1 metro cubico de glp debemos tener 5 m3 de biogás, considerando este ratio optenemos:

*Tabla 10.- Cantidad de Biogás en proporción a GLP*

	<b>GLP</b>	<b>Biogás</b>	
<b>Volumen anual</b>	146	730	m3/año
<b>Consumo diario</b>	0.4	2	m3/día

**FUENTE: Propia**

Antes de seguir con el análisis debemos determinar si la cantidad de ganado podrá generar estiércol suficiente para producir esta cantidad de biogás diario.

*Tabla 11.- Proyección de biogás producido total*

<b>Cantidad de reses</b>	<b>64</b>	<b>res</b>
<b>Ratio de excremento por ganado</b>	12.1531111	kg/res/día
<b>Excremento total</b>	777.799111	kg/día
<b>Ratio de biogás por excreta</b>	0.04	m3/kg
<b>Total de biogás</b>	31.1119644	m3/día

**FUENTE:** Propia

Podemos apreciar que la producción de biogás en términos ideales excede por mucho a la cantidad necesaria para el consumo de las cocinerías de la Institución educativa, calcularemos la cantidad de excreta necesaria para poder determinar el volumen del biodigestor:

*Tabla 12.- Cantidad de excreta necesaria para biodigestor*

<b>Cantidad de biogás necesario</b>	<b>2</b>	<b>m3/día</b>
<b>Ratio de biogás por excreta</b>	0.04	m3/kg
<b>Cantidad de excreta al día</b>	50	kg/día

**FUENTE:** Propia

## **b) Selección del biodigestor**

Se establecerán ciertos criterios para determinar el tipo de biodigestor a usar de acuerdo a la teoría revisada:

- 1.- Flujo de carga.- en este caso será continua.
- 2.- costo de instalación.- debe ser lo más económico posible ya que la institución tiene recursos limitados.
- 3.- tipos de instalación.- debe ser accesible a los encargados del lugar sin una alta complejidad para su mantenimiento.

El biodigestor que mejor se acerca a estos requerimientos es el biodigestor de manga flujo continuo. Cabe destacar que estos criterios son propios de la investigación y pueden diferir según la opinión del lector.

## **c) Volumen del biodigestor**

Determinamos la carga diaria considerando para reces una proporción de 1:3 en relación estiércol agua:

*Tabla 13.- Cantidad de carga*

<b>cantidad de excreta</b>	<b>50</b>	<b>kg/dia</b>
<b>cantidad de agua</b>	<b>3</b>	<b>l/g</b>
<b>cantidad de agua total</b>	<b>150</b>	<b>l/dia</b>
<b>carga diaria</b>	<b>200</b>	<b>l/dia</b>

Fuente: Propia

*Tabla 14.- Volumen parte liquida*

<b>Tiempo de retención</b>	<b>40</b>	<b>días</b>
<b>Carga diaria</b>	<b>200</b>	<b>l/dia</b>
<b>Volumen del biodigestor</b>	<b>8000</b>	<b>l</b>

Fuente: Propia

*Tabla 15.- volumen total del biodigestor*

<b>volumen liquido</b>	<b>8000</b>	<b>l</b>
<b>volumen gaseoso</b>	<b>2667</b>	<b>l</b>
<b>volumen total</b>	<b>10667</b>	<b>l</b>

Fuente: Propia

#### d) Dimensiones del Biodigestor (manga)

Se tabulara con las dimensiones de las mangas de polietileno:

*Tabla 16.- Calculo longitud del biodigestor*

<b>Ancho de rolo</b>	<b>radio</b>	<b>longitud</b>
<b>1</b>	0.32	34
<b>1.25</b>	0.4	22
<b>1.5</b>	0.48	15
<b>1.75</b>	0.56	11
<b>2</b>	0.64	9

Fuente: Propia

La relación entre longitud y diámetro debe ser entre 5 -10 como ideal 7, por lo tanto la manga será de

*Tabla 17 - Relación diámetro y longitud del biodigestor*

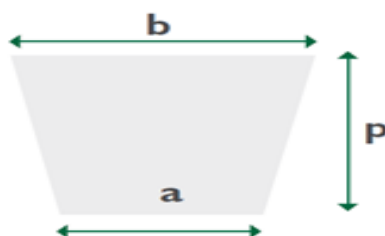
<b>longitud</b>	<b>diámetro</b>	<b>relación</b>
<b>34</b>	0.64	53.125
<b>22</b>	0.8	27.5
<b>15</b>	0.96	15.625
<b>11</b>	1.12	9.82142857
<b>9</b>	1.28	7.03125

Fuente: Propia

### e) Dimensiones de la zanja

Según el manual de diseño de biodigestor de bajo costo:

*Figura 5.- Medidas de zanja para biodigestor*



Fuente: Marti, 2008, p. 37

Considerando el ancho de rollo de la manga de 2 m las dimensiones para la zanja será de:

*Tabla 18.- Dimensiones de la zanja*

AR(m)	2
a(m)	0.7
b(m)	0.9
p(m)	1

Fuente: Propia

### 3.4. Determinar la ubicación del Biodigestor

Cuando se realizó las toma de datos por medio de las fichas de observación directa se planteó instalar lo más cerca posible el biodigestor de las cocinerías de la Institución así disminuir el recorrido de tuberías Para las cocinas.

### 3.5. Realizar una evaluación económica de la investigación

#### a) Costos de inversión.

El costo de la inversión da un total de S/. 997.40 como se detalla en la tabla los precios unitarios se adjuntan en los anexo

Tabla 19 - Inversión inicial

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
<b>01</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>95.00</b>
<b>01.01</b>	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	100.00	0.95	95.00
<b>02</b>	<b>ZANJA</b>				<b>158.20</b>
<b>02.01</b>	MARCAS	glb	1.00	15.40	15.40
<b>02.02</b>	ZANJA	m3	14.00	10.20	142.80
<b>03</b>	<b>CONCRETO</b>				<b>141.00</b>
<b>03.01</b>	FOSA DE ALIMENTACION	und	1.00	78.60	78.60
<b>03.02</b>	FOSA DE DESCARGA	und	1.00	62.40	62.40
<b>04</b>	<b>BIODIGESTOR</b>				<b>603.20</b>
<b>04.01</b>	MANGA	und	1.00	326.40	326.40
<b>04.02</b>	ACESORIOS	und	1.00	276.80	276.80
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>997.40</b>

Fuente: Propia

### 3.6. Costo de operación y mantenimiento

Los costos de operación conllevan a costo diario de que genera el trabajo de alimentar el biodigestor se requieren 150 litros de agua al día lo que equivale a 0.15 m3 que genera una costo de S/. 2.00 diarios, y el trabajo diario de una peón para alimentar el biodigestor faena que cubrirá el cuidador de ganado por lo que no requerirá costo.

Los costos de mantenimiento se determinaran por limpieza del biodigestor cada año con la jornada de dos peones, y el cambio de válvulas cada dos años.

#### a) Ingreso económico para evaluación

Se establecerá como ingreso para la evaluación económica el gas propano que será reemplazado por el biogás, se consumen 1 balón cada 10 días haciendo un total de 36 balones al año con una razón de S/. 36.00 por balón

#### Evaluación económica

La evaluación económica sale rentable Aplicando los evaluadores económicos TIR y VAN con una tasa de retorno del 12%, en el anexo 3 especifica.

Tabla 20 - Tir y Van

<b>TIR</b>	<b>45%</b>
<b>VAN</b>	<b>S/. 2,405.89</b>

Fuente: Propia



#### IV. DISCUSIÓN

La presente investigación se desarrolló en el caserío San Pablo distrito de Huabal, a la institución educativa san pablo , con la finalidad de mejorar las condiciones de vida de los estudiantes de dicha institución educativa, por lo que se ha realizado la evaluación técnica económica para generación de biogás para la IE san pablo, se determinó que es viable este tipo de proyecto por lo que se cuenta con la materia prima que es lo importante para realizar este tipo de proyecto, ya que se aprovecha los desechos orgánicos, para generar dicho combustible a través de un sistema de BIO-GAS.

Para determinar la cantidad de combustible que se requiere en la institución educativa se realizó la encuesta de cuantos ganado vacuno tenía la institución, de acuerdo a ese dato se pudo hacer los cálculos para la generación de biogás y así poder remplazar al GLP, se necesita generar 2 m<sup>3</sup> /por día y al año sería 730 m<sup>3</sup>/año de biogás.

Se determinó las dimensiones del biodigestor y su instalación por lo que de acuerdo a la cantidad de gas que se necesita se calculó el volumen del biodigestor que equivale 10.667 m<sup>3</sup> donde el 75% es materia disuelta, y el 25% sería biogás, según Olaya y Gonzales (2009)

Un argumento contundente para el uso de este tipo de combustible lo presenta **Cresso y Ortiz (2012)**. Donde se manifiestan que es un tipo de combustible energético renovable y sus desechos son utilizados como un fertilizante con alto grado de nitrógeno el cual será importante para la agricultura.

La utilización de biodigestor ofrece grandes ventajas para el tratamiento de los desechos orgánicos de las explotaciones

agropecuarias, además de disminuir la carga contaminante de los mismos, extrae gran parte de la energía contenida en la materia orgánica.

De acuerdo al argumento contundente para este tipo de combustible limpio y renovable el tesista **hidalgo, maravilla y Ramírez (2010)** manifiesta que la generación de biogás es rentable y barato y que beneficia a la población rural que puede beneficiar con energía eléctrica y para la cocción de alimentos, como lo demostramos también en este estudio donde nos brindó indicadores económicos positivos.

El uso del biogás para la generación de energía térmica da un valor adicional al empleo de biodigestores para la institución, los resultados económicos no se pueden generalizar pues cambiarán de acuerdo a las circunstancias de cada lugar.

De acuerdo a este tipo de investigación el tesista Arce (2011) manifiesta que el diseño de un biodigestor para la generación de biogás y utilizar el biol como abono para las plantas mediante el estiércol de ganado vacuno, se puede decir que es rentable y aplicable en cualquier lugar que a ya materia prima, que su implementación es menos costoso.

Se diseñaron registros y formatos en el programa Excel los cuales forman parte de la evaluación técnica económica para la generación de biogás.

## V. CONCLUSIONES

- De acuerdo a las tablas de referencias y los datos obtenidos en la IE San Pablo la cantidad de biogás que se requiere para reemplazar al GLP domiciliario tiene una proporción de 5:1 dando como resultado un promedio de 2 m<sup>3</sup>/día de biogás.
- Se determinó por observación directa que en la IE San Pablo el ganado cumple con las estadísticas teniendo un promedio de 12.2 kg por res diario de excremento.
- El biodigestor será hecho con manga de polietileno con un ancho de rollo de 2 m en una zanja de sección trapezoidal, de 1 m de profundidad el ancho de la zanja partirá en 0.9 m y terminara al fondo de la zanja en 0.7 m, además esta tendrá una longitud de 9 m para mantener la recomendación técnica de 1:7 en cuanto a diámetro y longitud del biodigestor.
- La inversión inicial será de S/ 997.40 con un gasto de operación anual de S/. 730.00 y una costo de mantenimiento cada dos años de S/. 40.00 por limpieza del biodigestor, y S/. 50.00 cada cuatro años por cambio de válvulas, lo que nos arroja un Tir de 45 % y un VAN S/. 2,405.89 lo que nos indica que la implementación de un biodigestor de bajo costo será rentable.

## VI RECOMENDACIONES

- El implementar un sistema de biodigestor de bajo costo son indicados para el reemplazo de GLP domiciliario, aunque se recomienda una vez instalado investigar en tecnología sobre quemadores para tratar de quemar mayor cantidad de biogás para acceder al tiempo de cocción de alimentos al mismo tiempo que con el GLP domiciliario ya el biogás contiene la tercera parte del poder calorífico de la mezcal que componente al GLP.
- Para proyectos de este tipo no es necesario calcular la excreta de ganado ya que existen tablas que son muy cercanas a la realidad como se ha demostrado en campo.
- el sistema de manga para biodigestor es de corto tiempo de vida, pero esto no juega en contra al proyecto ya que el ser un proyecto que ahorrar costos el aumento de la población por las mejoras que se puedan realizar dentro del centro demanda que este se amplíe cada cierto tiempo hasta llegar al límite de la población que puede abarcar toda el área del IE San Pablo, una vez que se logra este objetivo se debería plantear establecer otro tipo de biodigestor.
- Estos biodigestor resultan rentables ya que el mantenimiento es sencillo y se dará por medio del personal que labora en el IE San Pablo. Para ahorrar más el costo se debería encontrar una fuente de agua para la proporción 3:1 de agua y excretas, dicho fluido no tiene que ser necesariamente limpio es decir no se requiere agua potable para esta medida. Si se encuentra un afluyente diferente el costo de operación disminuiría enormemente.

## VII. REFERENCIAS

CERSSO, Henry, ORTIZ, Alexander. Estudio de pre-factibilidad para la recuperación y producción de energía en la región Ica a través de un sistema de biogás, tesis (Ingeniero Mecánico – Electricista) Ica – Perú: universidad nacional san Luis Gonzaga de Ica Facultad de ingeniería mecánica – eléctrica, 2012.105 pp.

HIDALGO, José Alfredo, MARAVILLA, Víctor Arturo, RAMÍREZ, William Omar. Aprovechamiento energético del biogás en el salvador, tesis (ingeniero mecánico) Antiguo Cuscatlán - el Salvador: Universidad Centroamericana “José Simeón Cañas”,2012.169 pp.

ARCE, Jorge Jimmy. “Diseño de un Biodigestor para generar biogás y abono a partir de desechos orgánicos de animales aplicable en las zonas agrarias del Litoral” tesis (Ingeniero Industrial), Guayaquil – Ecuador: universidad politécnica salesiana sede Guayaquil, 2011. 104 pp.

ANDINO, Roger Israel, MARTÍNEZ, Kevin Alexi. Biodigestor: Una Alternativa de Innovación Socio – Económica Amigable con el Medio Ambiente, tesis (Lic. en Economía) universidad nacional autónoma de Nicaragua recinto universitario “Carlos Fonseca Amador” facultad de Ciencias Económicas unan – RUCFA, 2014. 102 pp.

PEREZ, Javier Andrés .Estudio y diseño de un biodigestor para aplicación en pequeños ganaderos y lecheros, tesis (ingeniero civil mecánico), Santiago de chile: universidad de chile Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas Departamento de Ingeniería Mecánica, 2010. 83 pp.

VARNERO, María Teresa. Preparación del Manual de Biogás, Santiago de Chile, 2011. 119 pp.

OLAYA, Yeison, GONZÁLEZ, Octavio. Fundamentos para el Diseño de Biodigestores Módulo Palmira, Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, 2009. 32 pp.

(DGCA), D. G. (5 de Enero de 2015). americaeconomia. Recuperado el 27 de Mayo de 2016, de <http://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/peru-promovera-produccion-y-uso-de-biodigestores-y-biogas>.

DE LA MERCED, Diego. Evaluación de los parámetros de un biodigestor anaerobio tipo continuo, tesis (Maestro en ingeniería energética), Xalapa: Universidad Veracruzana Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica, 2012. 86 pp.

DIFERENCIAS físico - químicas del gas natural el GLP. OSINERGMIN. Sf. Disponible en: <http://srvgart07.osinerg.gob.pe/webdgn/contenido/diferencias-fisico-quimicas-gn-glp.html>.

BALÓN de gas 10kg: especificaciones técnicas y usos. KISGAL.SAC. SF. Disponible en: <https://www.kisgal.com/balon-de-gas-10kg/>.

CASTILLO, Daladier, Tito, Carlos. Obtención de Biogás a Partir de Excremento de Cuy en Condiciones Ambientales en Tacna Perú. Revista Ciencia y Desarrollo 2011.91 PP.

**ANEXOS**

# **ANEXO 1.- APLICACIÓN DE INTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATO**



## 1. ENTREVISTAS

Se presentan en primer lugar las entrevistas que se generaron como instrumentos de adquisición de datos realizados en proyecto de tesis, estas entrevistas tienen por objetivos conocer los datos de primera instancia sobre el manejo de las cocinerías en el centro educativo con esto se obtendrá datos sumamente importante como costo del combustible, manera de conseguirlo, costo tanto del combustible que se compra como del adquirido por otros medios. Las entrevistas se plantearon de dos maneras primero hacia el encargado del ganado:

### **Entrevista a personal encargado del ganado**

1 ¿Qué cantidad de ganado tienen en la Institución?

.....

2.- ¿Cuál es la mejor manera de almacenar la excreta de las reses?

.....

3.- ¿Habría la posibilidad de que la recolección de las excretas sea por parte de ustedes de manera gratuita? ¿Si la respuesta es no cuanto será el costo de dicho servicio?

.....

4.- ¿Cuánto es el costo de la alimentación de las reses?

.....

5.- ¿Qué cantidad de excreta se recolecta cada día por res?

.....

6.- ¿Qué opinan de esta investigación?

.....

  
Econ. Diana M. Luján Tapia  
OELAM N° 127

A continuación se presenta la entrevista ya desarrollada:

### **Entrevista a personal encargado del ganado**

1 ¿Qué cantidad de ganado tienen en la Institución?

La institución educativa cuenta con 64 reses

2.- ¿Cuál es la mejor manera de almacenar la excreta de las reses?

La mejor manera de acumular es recogiendo la excreta y acumularla en un lugar

3.- ¿Habría la posibilidad de que la recolección de las excretas sea por parte de ustedes de manera gratuita?

Será hecha por los padres de familia, en faenas.

4.- ¿Cuánto es el costo de la alimentación de las reses?

La institución cuenta con invernás.

5.- ¿Qué cantidad de excreta se recolecta cada día por res?

Se recolecta 12 kilos de excreta por res.

6.- ¿Qué opinan de esta investigación?

Este proyecto es muy importante para el benéfico y el desarrollo de la institución educativa.

La entrevista aplicada nos brinda la según los conocimientos por experiencia adquiridos por el personal que se encarga del cuidado del ganado datos importantes a considerar en la investigación como:

<b>Cantidad de ganado</b>	<b>64 reses</b>
<b>Opinión sobre cantidad de excreta</b>	<b>12 kg</b>
<b>Costo para recoger excretas</b>	<b>s/. 0.00</b>
<b>Costo para alimentar las reses</b>	<b>s/. 0.00</b>

La otra entrevista que se planteado fue la realizada al encargado de la cocina como la anterior se presenta el modelo generado durante el proyecto de tesis:

**Entrevista al personal encargado de la cocina**

1.- ¿Qué cantidad de comensales tienen?

.....

2.- ¿con que frecuencia gastan un balón de gas?

.....

3.- ¿Cuánto cuesta un balón de gas desde el punto de venta hasta la instalación en sus cocinas?

.....

4.- ¿Cuándo no consumen gas que otros combustibles usan para cocinar?

.....

5.- ¿Cuánto les cuesta el combustible alternativo al tradicional?

.....

6.- ¿Qué opinan de esta investigación?

.....



Econ. Diana M. Lumba Tapia  
OELAM N° 127

A continuación se presenta la entrevista aplicada durante la investigación:

### **Entrevista al personal encargado de la cocina**

1.- ¿Qué cantidad de comensales tienen?

Tiene 61 comensales.

Desayunos = 61 Almuerzos = 61 total 122 comidas por día

2.- ¿con que frecuencia gastan un balón de gas?

Cada 10 días utilizan un balón De gas de 10 kilos.

3.- ¿Cuánto cuesta un balón de gas desde el punto de venta hasta la instalación en sus cocinas?

El precio de un balón de gas, cuesta de 36 soles cada balón.

4.- ¿Cuándo no consumen gas que otros combustibles usan para cocinar?

También utilizan la leña,

5.- ¿Cuánto les cuesta el combustible alternativo al tradicional?

Para la institución no cuesta porque son los padres de familia los que traen la leña del bosque.

6.- ¿Qué opinan de esta investigación?

La investigación es buena, para el desarrollo de la institución educativa y para la comunidad.

Al igual que la anterior esta entrevista genera datos que nos son de importancia para la investigación presente:

<b>Tipo de combustible</b>	<b>GLP para cocina</b>
<b>Cantidad de balones al mes</b>	<b>3 balones</b>
<b>Costo del balo de GLP</b>	<b>s/. 36.00</b>

## **2. GUIA DE OBSERVACION DIRECTA**

En primer lugar como el anterior instrumento se muestra la guía original presentada durante el periodo de proyecto de tesis, se determinaron dos guías, la primera con el objetivo de tomar datos para poder tabularlos y conseguir un promedio de cuanto excreta cada animal, es decir con la intención de tener cuanto excremento otorgara cada res diariamente, en el centro educativo

## FICHA DE ANALISIS DE OBSERVACION DIRECTA

### OBJETIVO

Determinar la cantidad de excreta del ganado

### Fecha

cantidad de ganado

Ganado 1

cantidad de veces que defeca

peso de la excreta

Ganado 2

cantidad de veces que defeca

peso de la excreta

Ganado 3

cantidad de veces que defeca

peso de la excreta

Ganado 3

cantidad de veces que defeca

peso de la excreta

  
Econ. Diana M. Lumba Tapia  
OELAM N° 127

Estando ya en el campo la ficha no se pudo aplicar en su totalidad ya que la cantidad de veces que excreta cada animal es demasiado difícil, por lo que la ficha se tuvo que modificar pero sin cambiarle la intención de su aplicación ni el objetivo para el cual se creó.

La nueva ficha se estableció para determinar la cantidad de excreta, se muestra a continuación se desarrolló durante 15 días, con algunas modificaciones debido al tiempo, espacio y personal, se tuvo que aislar una cantidad de ganado en una área previamente limpia de maleza y otros materiales que podrían modificar la muestra tomada para su peso.

El procedimiento para el llenado de la ficha fue el siguiente:

- Aislar una zona limpia sin acceso a personal o animales que la contaminen.
- Aislar una cantidad de ganado que se pueda manejar de acuerdo al personal (solo el bachiller y el encargado del pastoreo).
- Dejar a las reses comer y defecar de manera libre durante todo el día y parte de la tarde según su rutina diaria.
- Recoger la cantidad total de excreta total y pesarla.
- Llenar la ficha con los datos obtenidos de manera diaria.

A continuación se muestra la ficha completa ya tabulada con el promedio al día que debe producir cada res.

Tabla de datos adquiridos en campo para determinar cantidad de excretas producidas por ganado en el colegio.

Cantidad de ganado	64
Días de recolección	15

FECHAS	AGOSTO														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Ganado	3	4	5	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Peso de la excreta (Kg)	38.00	47.60	62.10	98.40	121.20	120.30	119.30	122.50	124.00	121.00	119.80	120.40	121.10	120.30	120.20
Promedio al día	12.7	11.9	12.4	12.3	12.1	12.0	11.9	12.3	12.4	12.1	12.0	12.0	12.1	12.0	12.0
Promedio por res al día	12.2														



### 3. GALERIA FOTOGRAFICA

También se muestra un panel fotográfico donde se puede apreciar la institución y demás alrededores:

#### **Institución educativa san pablo**

Se realizó la inspección de la IE, para poder realizar el proyecto de evaluación técnica económica para la generación de biogás de estiércol de ganado vacuno.



## Área para la construcción del biodigestor

Se verifico el lugar indicado para instalar el biodigestor para la IE.





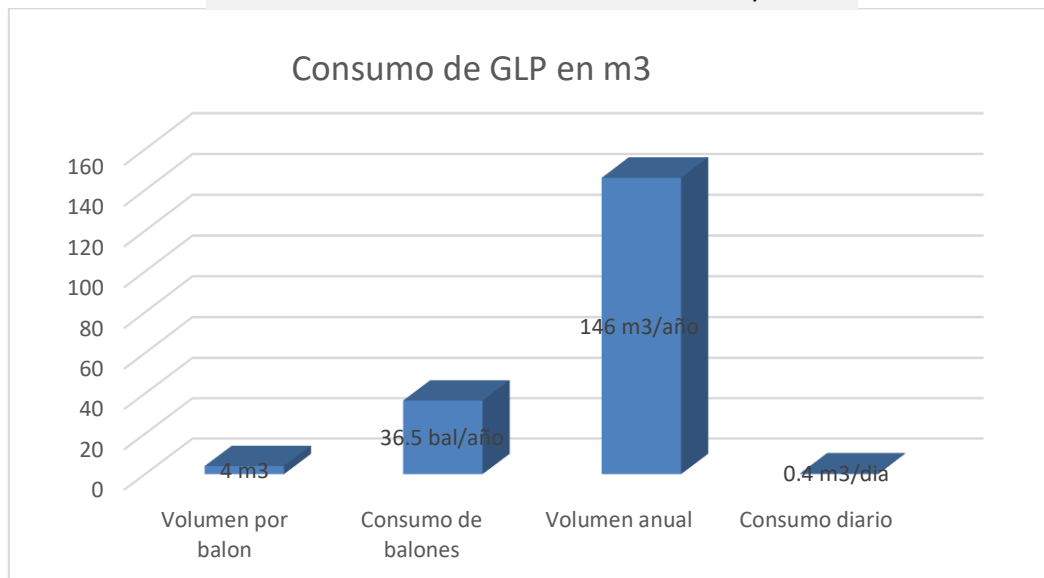
## Ganado vacuno de la Institución Educativa San Pablo



## **ANEXO 2.- Cálculos Requeridos**

Considerando este dato podemos desarrollar un estimado muy cercano del consumo por unidad de volumen de la Institución Educativa:

<b>Volumen por balón</b>	<b>4 m3</b>
<b>Consumo de balones</b>	36.5 bal/año
<b>Volumen anual</b>	146 m3/año
<b>Consumo diario</b>	0.4 m3/día



Poder calorífico del biogás y el GLP.

<b>Poder calorífico</b>	<b>glp</b>	<b>22244</b>	<b>kcal/m3</b>
	biogás	6	kwh .m3
<b>Convertidos a kcal/m3</b>	glp	22244.00	kcal/m3
	biogás	5162.53	kcal/m3
<b>RATIO DE COMPARACION</b>		4.30874343	

Lo que podemos ver es que el glp tiene prácticamente 5 veces más poder calorífico que el biogás

	<b>GLP</b>	<b>Biogás</b>	
<b>Volumen anual</b>	146	730	m3/año
<b>Consumo diario</b>	0.4	2	m3/día

Se determina que la cantidad de ganado podrá generar estiércol suficiente para producir esta cantidad de biogás diario.

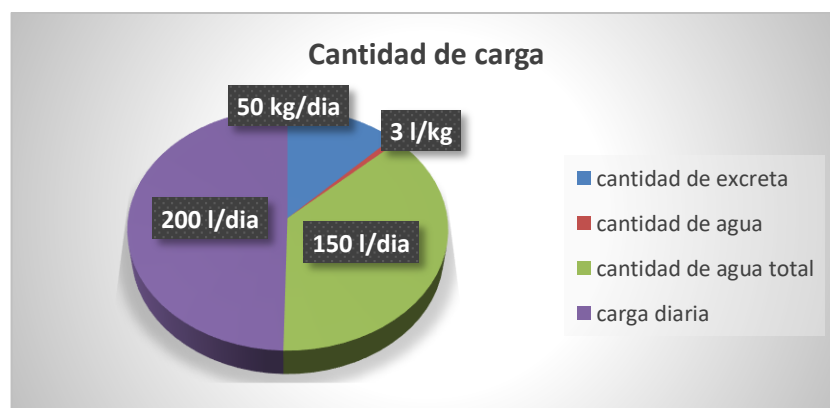
<b>Cantidad de reses</b>	<b>64</b>	<b>res</b>
<b>Ratio de excremento por ganado</b>	12.1531111	kg/res/dia
<b>Excremento total</b>	777.799111	kg/dia
<b>Ratio de biogás por excreta</b>	0.04	m <sup>3</sup> /kg
<b>Total de biogás</b>	31.1119644	m <sup>3</sup> /dia

La presente investigación calculamos la cantidad de excreta necesaria para poder determinar el volumen del biodigestor.

<b>cantidad de biogás necesario</b>	<b>2</b>	<b>m<sup>3</sup>/dia</b>
<b>ratio de biogás por excreta</b>	0.04	m <sup>3</sup> /kg
<b>cantidad de excreta al dia</b>	50	kg/dia

La carga diaria considerando para reces una proporción de 1:3 en relación estiércol agua:

<b>carga diaria de mezcla</b>		
<b>cantidad de excreta</b>	50	kg/dia
<b>cantidad de agua</b>	3	l/kg
<b>cantidad de agua total</b>	150	l/dia
<b>carga diaria</b>	200	l/dia



Teniendo en cuenta la temperatura del lugar y la tabla 5 se tomara el tiempo más crítico que es de 40 días para climas cálidos.

volumen considerando parte liquida		
tiempo de retención	40	días
carga diaria	200	l/dia
volumen del biodigestor	8000	l

El 75% es la mezcla liquida y el 25% la zona gaseosa el volumen total será:

Volumen total		
volumen liquido	8000	l
volumen gaseoso	2667	l
volumen total	10667	l
volumen total	10.6666667	m3

Las dimensiones del biodigestor considerando los resultados será manga con un ancho de 2 m con una longitud de 9 x 2 m y un diametro de 1.28 m.

Ancho de rollo	radio	longitud	diámetro	relacion
1	0.32	34	0.64	53.125
1.25	0.4	22	0.8	27.5
1.5	0.48	15	0.96	15.625
1.75	0.56	11	1.12	9.82142857
2	0.64	9	1.28	7.03125

## **ANEXO 3.- Evaluación Económica**



La evaluación económica se realiza de acuerdo al flujo de caja que tendrá el proyecto para esto se deberá determinar la inversión que generara la construcción tanto en materiales como en mano de obra para el biodigestor, los gastos que requiere el biodigestor en cuanto a operación y mantenimiento y el ingreso que beneficiara a la institución durante todo el ciclo de vida del biodigestor.

#### **a) Inversión**

Los materiales a utilizarse para la construcción del biodigestor según las medidas establecidas serán

- 18 m de manga de polietileno transparente grueso, de 2 m de ancho.
- 2 tubos de PVC de 4" para desagüe, de 1 m cada uno.
- 2 cámaras de llanta de camioneta, para cortarlas en fajas de 5 cm.
- 1 unión de rosca de PVC de 1/2". –
- 2 placas de PVC de 2"x 2" con un agujero de 1/2" en el centro.
- 2 placas de cámara de llanta de 2"x 2" con un agujero de 1/2" en el centro.
- 1 tubo de PVC de 1/2"
- 1" de galón de pegamento para tubería de PVC.
- 2 campanas de reducción de embone de 2" a 1/2" de PVC para agua.
- 2 uniones universales de PVC de 1/2".
- 2 codos de PVC de 1/2"x 90°.
- 2 adaptadores de rosca y embone de PVC de 1/2".
- 2 rollos de cinta teflón.
- 2 kilos clavo de 2".
- 2 llaves de paso de PVC de 1/2", una de embone y la otra de rosca.
- 1 botella descartable de 1,5 L.

4 bolsas de cemento para fosa de alimentación y descarga del biodigestor.

1 Llave estilson

1 Palana recta

Llegando a un costo en materiales de:

### **COSTO DE ACCESORIOS Y MATERIALES**

<b>MATERIALES</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>METRADO</b>	<b>PRECIO/UNIT</b>	<b>PRECIO/PARCIAL</b>
MANGA DE POLITILENO TRANSPARENTE GRUESO DE 2 METROS DE ANCHO	M	18.00	18.00	324.00
TUBOS DE PVC DE 4" PARA ENTRADA Y SALIDA DE BIODIGESTOR	UND	2.00	10.00	20.00
CAMARAS DE LLANTA DE CAMIONETA PARA CORTALAS EN FAJAS DE 5 CM	UND	2.00	10.00	20.00
UNION DE ROSCA DE PVC DE 1/2 "	UND	1.00	5.00	5.00
PLACAS DE PVC DE 2"X2" CON UN AGUJERO DE 1/2" EN EL CENTRO	UND	2.00	6.00	12.00
PLACAS DE CAMARA DE LLANTA DE 2"X 2" CON UN AGUJERO DE 1/2" EN EL CENTRO	UND	2.00	5.00	10.00
TUBO DE PVC DE 1/2 " PARA AGUA	UND	2.00	10.00	20.00
GALON DE PEGAMENTO PARA TUBERIA DE PVC	GALON	1.00	20.00	20.00
CAMPANA DE REDUCCION DE EMBONE DE 2" A 1/2" DE PVC PARA AGUA	UND	2.00	4.00	8.00
UNIONES UNIVERSALES DE PVC DE 1/2"	UND	2.00	5.00	10.00
CODOS DE PVC DE 1/2" X 90°	UND	2.00	3.00	6.00
ADAPTADORES DE ROSCA Y EMBONE DE PVC DE 1/2"	UND	2.00	5.00	10.00
ROLLO DE CINTA TEFLON	UND	2.00	4.00	8.00
CLAVOS DE 2"	KG	2.00	12.00	24.00
LLAVES DE PASO DE PVC DE 1/2" UNA DE EMBONE LA OTRA DE ROSCA	UND	2.00	15.00	30.00
LLAVE ESTILSON	UND	1.00	30.00	30.00
DESTORNILLADOR PLANO	UND	1.00	12.80	12.80
PALANA RECTA	UND	1.00	30.00	30.00
BOTELLA DESCARTABLE 1.5 L	UND	1.00	1.00	1.00
BOLSAS DE CEMENTO PARA ENTRADA Y SALIDA DE BIODIGESTOR	BOLSA	4.00	25.00	100.00
ORMIGON	M3	1.00	43.40	43.40

Considerando la mano de obra se generó un presupuesto por partidas mostrado a continuación:

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>95.00</b>
01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	100.00	0.95	95.00
02	<b>ZANJA</b>				<b>158.20</b>
02.01	MARCAS	glb	1.00	15.40	15.40
02.02	ZANJA	m3	14.00	10.20	142.80
03	<b>CONCRETO</b>				<b>141.00</b>
03.01	FOSA DE ALIMENTACION	und	1.00	78.60	78.60
03.02	FOSA DE DESCARGA	und	1.00	62.40	62.40
04	<b>BIODIGESTOR</b>				<b>603.20</b>
04.01	MANGA	und	1.00	326.40	326.40
04.02	ACESORIOS	und	1.00	276.80	276.80
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>997.40</b>

Considerándose el costo total para la inversión de NOVECIENTOS NOVENTISIETE Y 40/100 nuevos soles.

#### b) Gastos de operación y mantenimiento

En cuanto al gasto que se incurrirá durante la vida útil del biodigestor solo se consideró para su operación solo el costo que demandar abastecer de agua al biodigestor considerando que el agua obtenida es gratis ya que se extrae de una noria y se paga una promedio de S/ 60.00 mensuales para el mantenimiento el costo requerido de agua al año es:

cantidad	costo diario	costo mensual	costo anual
L	S/.	S/.	S/.
150	2	60.00	730

En cuanto al mantenimiento según el manual los biodigestores de este tipo deben ser limpiados cada dos años el costo requerido será el de la jornada de un peón en un día que equivale a S/. 40.00.

#### c) Ingresos

Como ingreso se tomo el gasto que se genera actualmente en la institución por falta del biodigestor este gasto es generado por el combustible que se utiliza para

las cocinerías del colegio según se estableció en la entrevista se gasta 1 balón cada 10 días y el costo es de S/. 36.00 lo que genera un gasto anual en cuanto a GLP de:

Dias	Balones	Costo	
10	1	S/. 36.00	
30	3	S/. 108.00	mensual
365	36	S/. 1296.00	anual

Legando a obtener un gasto anual debido al consumo de GLP domiciliario de S/. 1 296.00 cifra que se adjudica como ingreso durante la duración del biodigestor ya que este gasto se dejara de realizar.

#### **d) Evaluación económica**

Para la evaluación económica se realizara un flujo de caja es decir se considerar la diferencia durante el tiempo de vida del biodigestor entre los ingresos y costos que este generara.

A este flujo de caja se aplicara dos evaluadores económicos la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Valor Actual Neto (VAN), que determinaran si la construcción y funcionamiento del biodigestor como fuente de generación de combustible será económicamente rentable.

Esta evaluación se realiza por medio del software Excel que tiene las funciones establecidas para generar dichos evaluadores si se establece el cuadro de flujo de caja de un proyecto en nuestro caso de la investigación en curso.

Como se aprecia en el siguiente cuadro la evaluación económica nos brinda TIR y VAN favorables diciendo que estos son favorables cuando el TIR es una porcentaje mayor al 12% y el VAN es un numero positivo.

### Evaluación Económica Anual

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8
INVERSION									
Obras preliminares	95.00								
Zanja	158.20								
Concreto	141.00								
Biodigestor	603.20								
COSTOS OPERACIÓN									
Agua		730	730	730	730	730	730	730	730
Peon		0	0	0	0	0	0	0	0
COSTOS MANTENIMIENTO									
Mantenimiento manga			40		40		40		40
Accesorios					50				50
GASTOS	997.4	730	770	730	820	730	770	730	820
INGRESO	1224	1224	1224	1224	1224	1224	1224	1224	1224
DIFERENCIA	-997.4	494	454	494	404	494	454	494	404

TIR	45%	
VAN	S/. 2,405.89	12.00%

## **ANEXO 4.- Plan de Operación y Mantenimiento**

La bonanza de estos biodigestores es que su operación y mantenimiento no son muy complicados por este aspecto es por lo que reciben el nombre de biodigestores de bajo costo no solo por su construcción.

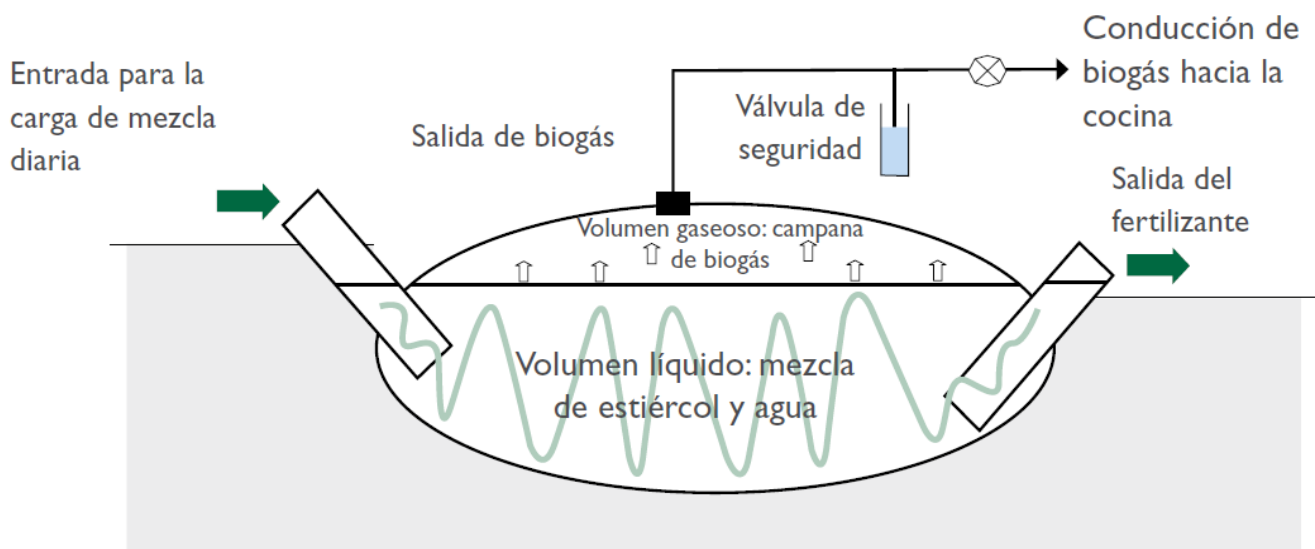
#### **a) Operación**

La alimentación del biodigestor debe revivir una carga de 200 litros al día de mezcla entre excreta y agua con una proporción de 3 litros de agua por kilogramo de excreta en este caso será un total de 50 kg de excreta y 150 litros de agua diaria.

El acceso de la mezcla será manual con herramientas tradicionales del campesino (pico, lampa, buggi), mezclado manualmente mientras se ingresa de manera directa al biodigestor, por la fosa de acceso.

El retiro de la mezcla será automático por lo que la ubicación que se le debe dar, a la salida del biodigestor debe estar dirigido a una canal de regadío o a alguna parcela donde será muy aprovechado los residuos como fertilizantes.

Como parte de la protección diaria deberá monitorizarse la válvula hecha desarrollada por medio de una botella plástica y llenada de agua que sirve como válvula de seguridad para eliminar el biogás generado que no se utiliza y no cree conflictos en la manga. No se podrá medir la presión de la válvula pero se recomienda en teoría de estos biodigestores debe estar la botella de plástico de litro y medio llenada de agua hasta tres cuartos de su capacidad. Esta válvula debe ser monitorizada a diario y llenada de agua cada vez que esta se evapora.



## b) Mantenimiento

En cuanto a mantenimiento solo se le dará un mantenimiento cada dos años ejercido por un peón cuya función será limpieza total del biodigestor.

Se podrá acondicionar un mantenimiento diario que consta de Hay que cuidar que ramas o herramientas no estén cerca del biodigestor y cuidar la semisombra, la techumbre o la carpa de invernadero que cubra el biodigestor para un buen mantenimiento. Es importante, en el caso de la manga, mantenerlo siempre tenso.



## **ANEXO 5.- Planos**